

## APRENDIZAJE ACTIVO – FORTALECIMIENTO EN LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES EN ÁREA DE INGENIERÍA

Robinson Betancourt –Álvaro González- Nicolás Gutiérrez-Tomás Mora  
Departamento Ingeniería Mecánica Universidad de la Frontera  
robinson.betancourt@ufrontera.cl

Pamela Coronado Dirección de desarrollo Curricular y Docente Vicerrectoría de Pregrado  
Universidad de la Frontera  
pamela.coronado@ufrontera.cl

### RESUMEN

La dinámica actual en Procesos Industriales, y la transversalidad de conocimientos para control de Procesos, requiere que Estudiantes de Ingeniería durante su formación en el área de Energía, realicen los análisis con respaldo de experiencias prácticas.

El enfoque de **Aprendizaje Activo** propuesto para los proyectos, *tuvo* como propósito lograr aprendizajes profundos en los estudiantes de Ingeniería Mecánica, sobre diversas temáticas área Energía, permitió que conformaran equipos de trabajo interdisciplinarios ante problemas reales específicos, interactuando para enfrentar las diversas propuestas. Utilizaron **Laboratorios de Proyectos de Investigación**, instrumentos y equipos para sus trabajos experimentales.

Los estudiantes, desarrollaron capacidad de análisis en problemas reales, apoyados por trabajo de Laboratorio, resolviendo problemas específicos, analizados en la Asignatura Procesos Térmicos, Ingeniería Civil Mecánica, replicable en otras Carreras afines, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias. En el análisis, dialogaron, participaron en equipos, presentando propuestas en informes, ponencias en Seminarios, construcción de material integrado en Plataforma Web-Ufro para consultas y la edición impresa de algunos ejemplares, concluyendo con avances notables en distintas áreas de formación como Ingenieros.

**PALABRAS CLAVES:** Investigación Aplicada, Aprendizaje Activo, Fortaleza de habilidades interpersonales, Trabajo en equipo, Impacto curricular.

### INTRODUCCIÓN

La Investigación Aplicada desarrollada en el Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de La Frontera, Área de Combustión, en los últimos 10 años ha implementado Laboratorios de Proyectos adjudicados en concursos regulares Fondef de Conicyt, Dirección de Investigación de la Universidad de la Frontera, aportes de Universidades Europeas y convenios con Empresas. Este trabajo sostenido ha enfrentado el desafío de la interdisciplinariedad en Ingeniería, traspasando su impacto a la formación de Estudiantes de pre grado y postgrado en el Departamento de Ingeniería Mecánica.

El Ingeniero que egresa hoy de las aulas enfrenta desafíos, donde la interdiplina es básica para resolver y presentar propuestas de soluciones.

Este trabajo se inicia con la invitación abierta a estudiantes de 6° nivel de Ingeniería, para abocarse al estudio de un problema real de Ingeniería área de energía en particular, conformando un equipo de trabajos potenciando su aprendizaje desde y con otros e iniciar la planificación de las actividades necesarias para enfrentar el desafío a asumir.

Para ello cuenta con el apoyo directo de tres docentes, instalaciones, instrumentos y equipos disponibles en laboratorios de Proyectos de Investigación como soporte fundamental para la experiencia, además de salidas a terreno a Plantas Industriales que permiten acercar a los estudiantes al contexto profesional y al desempeño real del futuro profesional ingeniero.

Cabe destacar que estas actividades las desarrolla el estudiante en tiempo adicional a su carga académica regular.

## DESARROLLO

Durante el primer semestre 2017, 16 Estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Ciencias por iniciativa personal aceptaron la invitación formulada por Académicos del área Combustión Departamento de Ingeniería Mecánica, para desarrollar temas relacionados con el uso de energía, aplicada a procesos específicos que son demandados frecuentemente en la actualidad. Como generar energía para procesos que sean de bajo costo y cumplan con las normas medioambientales.

Se propone diseño de actividades en base a experiencias con participación directa con el estudiante en la propuesta de trabajo STEM (2016), basado en el análisis científico aplicado a problema tecnológico con modelos básicos área de Ingeniería

Los temas desarrollados están relacionados con Uso de energía geotermia, Gestión de Calidad en Laboratorios de Ensayos, Procesos de Combustión, Sistemas de Calefacción distrital, Procesos de secado de madera, Uso de biomasa como combustible, Instrumentación y Metrología en sistemas Térmicos.

Los Estudiantes participaron de reuniones de conversación, para recibir las bases de proyectos a desarrollar (Figura N°1).



**Figura N°1: Reunión inicio de actividades Laboratorio Eficiencia Energética**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

En las conversaciones se invita a los Estudiantes a iniciar el camino de búsqueda y adquisición de conocimientos complementarios a contenidos de asignaturas regulares, profundizando análisis que sustenten las soluciones propuestas. El planteamiento inicial se define como lograr que el Estudiante inicie la búsqueda directamente involucrándose desde el inicio en soluciones de problemas que acometa, promoviendo así el Aprendizaje activo en los estudiantes. De acuerdo a Jerez (2017) podemos definir Aprendizaje Activo como *“aprender interactuando desde y con otros, movilizandorecursos personales y saberes delimitados y complejos, bajo condiciones contextualizadas y desafiantes; lo anterior, por medio de metodologías que logren este propósito”* es decir centrar la educación en el estudiante, llevar al estudiante a sentirse desafiado a aprender e implicado en su proceso de aprendizaje.

La primera fase del trabajo se orientó al conocimiento de los sistemas en estudio, en Fot. N° 2 se aprecia uno de los temas relacionados con procesos de combustión eficiente utilizando biomasa como combustible, disponible en toda la región sur de Chile. El énfasis se orienta a la evaluación de procesos de combustión para determinar el cumplimiento de normas medioambientales imperantes en zonas con Plan de Descontaminación Atmosférica, el estudio de costos versus eficiencia, son abordados en detalles por los Estudiantes.



**Figura N°2: Laboratorio de Combustión Dpto. Ingeniería Mecánica**  
**Fuente: Elaboración propia.**

En la metodología de trabajo se enfoca la primera fase de todo proyecto, esto es, obtener la información existente, para lo cual todos los grupos inician la etapa de búsqueda, en lectura de papers, desarrollando el método de trabajo y aprendiendo la búsqueda en páginas indexadas para formar sus criterios en el estado del arte, promoviendo fuertemente la autonomía en el proceso de aprendizaje. Figura N°3.



**Figura N°3: Búsqueda de Información- Estado del Arte**  
**Fuente: Elaboración propia.**

Los diversos grupos de trabajos, inician desarrollo de prototipos en algunos casos y aprendizaje del uso de instrumentos y equipos de medición en otros, iniciándose el concepto de gestión de calidad de mediciones en procesos figura N°4.



**Figura N°4: Aprendiendo a utilizar Equipos de medición, instalación de sensores**  
**Fuente: Elaboración propia.**

**Resultados:**

Para contrastar algunos de los resultados de la experiencia se aplicó una encuesta de percepción a los estudiantes (11 en total). De acuerdo a los resultados de esa encuesta podemos afirmar que:

1. El 100% de los estudiantes manifiesta que comparte y recomienda lo positivo que es compartir aprendizajes y dudas con los compañeros, comentando que el aprendizaje se enriquece en la interacción desde y con otros, es así como se recibe de los otros Estudiantes ideas y sugerencias de optimización en las propuestas. Se desarrollaron presentaciones de los avances parciales, los docentes realizaron aportes en conversaciones con los grupos de trabajo para optimizar las ideas propuestas como solución a los problemas que se presentan en los trabajos. La discusión se realiza en forma individual y grupal, los estudiantes de distintos grupos interactuaron en forma natural en consultas y retroalimentación, promoviendo en estas actividades la comunicación permanente entre los grupos. Figura N°5.



**Figura N°5: Presentación de avances en Proyectos**  
**Fuente: Elaboración propia.**

2. El 100% de los estudiantes manifiestan saber diseñar y bosquejar las posibles soluciones a los problemas planteados y lograr enseñar a otros a realizarlo. Todos los Estudiantes reciben las explicaciones de formas y métodos para el desarrollo de sus trabajos, adquieren la metodología lógica de las etapas que se desarrollan en los Proyectos de Investigación, estas discusiones se realizan en los Laboratorios en trabajos conjuntos donde todos participan con ideas, sugerencias, críticas y aportes que optimizan las soluciones que se generan validando los resultados, con la evaluación de los mismos. La vinculación que los estudiantes tienen con el medio, específicamente con las empresas involucradas en los distintos proyectos, es muy relevante pues acercan al estudiante al mundo profesional aportando el escenario real para que conozcan los procesos industriales "insitu", donde tiene la posibilidad de utilizar instrumentos de uso industrial generalmente de última tecnología, y visualizar en magnitudes reales el verdadero sentido de la energía producida y los costos reales involucrados. Fot. N° 6 N° 7.



**Figura N°6 y N°7: Discusión de resultados finales y Trabajo en Planta Industrial.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

1. Al respecto los Estudiantes que participan de esta modalidad de trabajo en el aprendizaje, generan confianzas en sus propias capacidades, prueba de ello dos Estudiantes del Proyecyo, desarrollaron una idea en trabajo conjunto y en llamado a concurso que se presentó para toda la Universidad, se adjudicaron el primer Lugar, con idea de proyecto área energética, realizada en nuestro Laboratorio.



**Figura N°8: Recibiendo premio Primer Lugar**  
**Fuente: Elaboración propia.**

2. Los proyectos realizados por los estudiantes, durante el primer semestre 2017, generaron una sólida base para su formación profesional donde el aprendizaje activo fue un enfoque que permitió potenciar aprendizajes sólidos en los estudiantes.
- El 81,8% de los estudiantes manifiestan saber y además lograr explicar a otros la diferencia entre utilizar y producir energía. El 100% de los estudiantes manifiesta sentirse confiado y seguro al diseñar y crear alternativas de solución. Esta experiencia permitió a los estudiantes movilizar habilidades superiores del pensamiento pues se sintieron desafiados a buscar soluciones válidas, desarrollar capacidad de análisis y discusión de ideas para optimizar propuestas finales, empoderándose e implicándose en su propio proceso de aprender,

- El 100% manifiesta que valora creer en sus propias habilidades para el trabajo planteado, pues comprendieron la lógica y método para enfrentar el desarrollo de propuestas en el área energética, en contextos reales y desafiantes, basados en soluciones factibles de realizar y de costos al alcance de Empresas que requieren de éstas soluciones.
- El aprender haciendo le permitió Aplicar conocimientos para construcción de prototipos básicos con sistemas de control integrados
- Analizaron y sistematizaron la captura de datos en sus respectivos proyectos, lo que les permitió definir soluciones lógicas y eficientes fundamentadas en información teórica y experimental con trabajos en Laboratorio. Al respecto el 54,5% y 45,5% de los estudiantes manifiesta que sabe y puede enseñar a otros a buscar información.
- Aspecto muy relevante dice relación con los tiempos dedicados a la Evaluación de ensayos en Laboratorios, lo que posibilitó encontrar verdadero sentido al manejo de información precisa y fiable lo que conlleva como consecuencia la exactitud de las mismas.
- Posibilitó a los estudiantes vincularse con el medio incluyendo en el desarrollo de la experiencia aspectos que están presentes el mundo profesional, principalmente la fortaleza de trabajar interdisciplinariamente en equipos de trabajo, donde la colaboración e interacción desde y con otros enriquece el aprendizaje de sus miembros, de la misma manera como ocurre en el contexto real. En este punto los estudiantes valoran positivamente el trabajar con otros pues un 54,5% y 45,5% respectivamente explicita que le “agrada mucho” y le “agrada” explicar a sus compañeros de grupo lo que entienden, además un 72,7% y 27% manifiesta que le “gusta” y le “gusta mucho” tener un rol en el equipo y proponer ideas para solucionar problemáticas profesionales.
- Los Estudiantes evaluaron el Proyecto, utilizando encuesta desarrollada IDEA UFRO(2017)
- Este proyecto permitió generar y publicar en página web de la Universidad, libro de apoyo con 6 trabajos que se utilizarán como apoyo bibliográfico, material de consulta para Estudiantes de la Facultad de Ingeniería que cursen asignaturas de Energía, con el mérito propio del desarrollo de Estudiantes de pre-grado. Se imprimieron 5 ejemplares.

## **CONCLUSIONES**

- Los participantes del Proyecto lograron avances muy significativos en el aprendizaje, confianza en sus propias capacidades, generar la inquietud por buscar distintas alternativas de soluciones en sus propuestas, trabajar en equipo, perder el temor a equivocarse y desarrollar confianza para transmitir su ideas en presentaciones grupales, han sido notables avances
- Desarrollar el pensamiento crítico frente a discusión de propuestas fortaleció su capacidad de análisis
- Mayor seguridad en presentaciones de sus trabajos, incluso participando en Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Mecánica
- La metodología desarrollada en este proceso, permitió que Estudiantes, iniciarán sus propias líneas de Investigación en área Energía.
- La vinculación con Empresas, en procesos específicos, consolidó sus conocimientos en metodología y análisis frente a problemas reales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Laboratorio de Combustión Departamento de Ingeniería Mecánica  
Universidad de la Frontera

Dirección de desarrollo Curricular y Docente-Vicerrectoría de Pregrado Académica

## **REFERENCIAS:**

STEAM (2016) Felder R. Brent R. Teaching and Learning

Jerez et al (2017) "El corazón del Aprendizaje Activo", FEN Universidad de Chile.

Luca, J. & Terracone, P. (2002) Successful teamwork: A case study. HERDSA

Instituto de Innovación y Emprendimiento (2017)- IDEAUFRO